

61

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



Int. Cl.:

H.01

Deutsche Kl.: 21 g. 11/02

62

10

11

21

22

43

Offenlegungsschrift 1564 547

Aktenzeichen: P 15 64 547.3 (R 44690)

Anmeldetag: 30. November 1966

Offenlegungstag: 21. Mai 1970

Ausstellungspriorität: —

FR-PS 1504 868 (8.12.66)
US-PS 3 430 770 (25.2.67)
GB-PS 1 165 029 (24.9.69)

30

Unionspriorität

32

Datum: 2. Dezember 1965

33

Land: V. St. v. Amerika

31

Aktenzeichen: 511197

54

Bezeichnung: Halbleiter-Mikroschaltungsbaustein

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: RCA, New York, N. Y. (V. St. A.)

Vertreter: Sommerfeld, Dr.-Ing. Ernst, Patentanwalt, 8000 München

72

Als Erfinder benannt: Goshgarian, Haig, Fords, N. J. (V. St. A.)

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): 20. 2. 1969
Prüfungsantrag gemäß § 28 b PatG ist gestellt

DT 1564547

5 70 009 821/534

10/70

1564547

6383-66/K8/E

RCA 56442

Convention date: December 2, 1965

Radio Corporation of America

New York N.Y., V.St.A.

Halbleiter-Mikroschaltungsbaustein

Die Erfindung betrifft monolithische Halbleiter-Mikroschaltungen oder sogenannte "integrierte" monolithische Schaltungen.

Derartige Schaltungen können aus aktiven Schaltungskomponenten wie Transistoren und Dioden sowie passiven Schaltungskomponenten wie Kondensatoren und Widerständen aufgebaut sein. Beispielsweise wird ein in solchen Schaltungen häufig verwendeter Widerstandstyp in der Weise hergestellt, daß Verunreinigungen, die den einen Leitungstyp hervorrufen, in einen Teil eines einkristallinen Halbleiterkörpers des anderen Leitungstyps eindiffundiert werden.

Monolithische Halbleiter-Mikroschaltungen werden gewöhnlich in einen Halbleiterkörper mit einer verhältnismäßig dicken Substratschicht des einen Leitungstyps, die

009821/0534

lediglich als Unterlage oder Träger dienen kann, eingebaut. Dabei werden die Schaltungskomponenten teilweise in einer überlagernden Schicht des anderen Leitungstyps gewöhnlich in der Weise gebildet, daß man entsprechende Verunreinigungen eindiffundiert, um denjenigen Leitungstyp herzustellen, der für die Bildung von pn-Übergängen sowie p- und n-Gebieten erforderlich ist, so daß die gewünschten Bauelemente wie Transistoren oder Dioden, Widerstände oder Kondensatoren entstehen.

Eines der Hauptprobleme bei der Herstellung derartiger Schaltungen besteht darin, eine unerwünschte Wechselwirkung zwischen den verschiedenen Schaltungskomponenten ganz oder zumindest weitgehend zu verhindern. In diesem Zusammenhang ist es bekannt (USA-Patentschrift 3 117 260), einzelnen Schaltungskomponenten beispielsweise dadurch voneinander zu isolieren, daß man Isolationszonen oder -gebiete einbaut, deren Leitungstyp dem der überlagernden Schicht entgegengesetzt ist, so daß zwischen diesen Gebieten und der Schicht pn-Übergänge gebildet werden, die eine Übertragung von ungewollten Strömen zwischen verschiedenen Teilen der Schaltung durch die Halbleiterschicht oder das Substrat verhindern. Wenn jedoch Teile der Schaltungskomponenten den gleichen Leitungstyp haben wie das Isolationsgebiet, ergibt sich ein parasitärer pnp- oder npn-Effekt, auf Grund dessen parasitäre Ströme auftreten, wodurch die Arbeitsweise der Schaltung beeinträchtigt wird.

009821/0534

Eine solche unerwünschte Wirkung kann sich in Verbindung mit diffundierten Widerständen ergeben, wenn diese von der übrigen Halbleiterschicht, die andere Schaltungskomponenten enthält, durch ein umgebendes Gebiet isoliert sind, das den gleichen Leitungstyp wie der Widerstand selbst, jedoch den entgegengesetzten Leitungstyp wie die Halbleiterschicht, in welcher der Widerstand gebildet ist, hat.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen monolithischen Halbleiter-Mikroschaltungsbaustein mit Isolationsgebieten von solcher Ausbildung zu schaffen, daß unerwünschte parasitäre Effekte verhindert oder minimisiert werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß ein Halbleiter-Mikroschaltungsbaustein, bei dem in einem Halbleiterkörper eine Schaltungskomponente mit einem ersten Gebiet des einen Leitungstyps von einem zweiten Gebiet des anderen Leitungstyps umgeben und dieses zweite Gebiet vom übrigen Halbleiterkörper in seitlicher Richtung durch ein umgebendes, stark dotiertes Gebiet des einen Leitungstyps isoliert ist, dadurch gekennzeichnet, daß eine in Berührung mit dem zweiten Gebiet angeordnete, stark dotierte Zone des anderen Leitungstyps das zweite Gebiet ganz oder teilweise von den benachbarten Körperbereichen des einen Leitungstyps trennt.

Gemäß einer speziellen Ausführungsform der Erfindung ist ein Teil oder Baustein einer monolithischen Halb-

leiter-Mirkoschaltung vorgesehen, bei dem in einem Halbleiterkörper ein durch ein erstes Gebiet des einen Leitungstyps gebildeter Widerstand von einem zweiten Gebiet des anderen Leitungstyps umgeben ist. Dieses zweite Gebiet ist vom übrigen Halbleiterkörper durch eine umgebende, stark dotierte Isolationszone des dem zweiten Gebiet entgegengesetzten Leitungstyps und durch eine weitere, zwischen dem zweiten Gebiet und der Isolationszone angebrachte Zone isoliert, um das Auftreten von parasitären oder Kriechströmen zu verhindern. Die letzterwähnte Zone besteht aus einem stark dotierten Gebiet des gleichen Leitungstyps wie das zweite Gebiet.

In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 einen Grundriß eines Teils einer Mikroschaltung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 einen Schnitt entlang der Linie II-II in Fig. 1;

Fig. 3a - 3g der Fig. 2 ähnliche Schnitte, die aufeinanderfolgende Verfahrensschritte bei der Herstellung der Anordnung nach Fig. 1 und 2 veranschaulichen;

Fig. 4 einen Grundriß der Anordnung in dem in Fig. 3e veranschaulichten Verfahrensstadium, jedoch mit entfernten Maskierungsschichten; und

Fig. 5 einen Grundriß der Anordnung in einem Verfahrensstadium zwischen den in Fig. 3f und 3g veranschaulichten Schritten.

009821/0534

288015800

Fig. 1 und 2 zeigen einen Teil einer integrierten monolithischen Halbleiterschaltung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung mit einer Schaltungskomponente in Form eines diffundierten Widerstandes, der mit verschiedenen anderen Schaltungskomponenten wie Transistoren, Dioden, Kondensatoren und anderen Widerständen verschaltet sein kann. Der gezeigte Schaltungsteil oder -baustein besteht aus einem zusammengesetzten Halbleiterkörper mit einem Halbleitersubstrat 2 vom p-Leitungstyp, auf dem verschiedene Komponenten der Schaltung ausgebildet sind. Für die Bildung eines auf dem Substrat 2 vorzusehenden Transistors oder anderweitigen Bauelementes ist angrenzend an das Substrat 2 eine Halbleiterschicht 4 vom Leitungstyp n^+ angebracht. Angrenzend an die Schicht 4 ist eine Halbleiterschicht 6 vom n-Leitungstyp vorgesehen. Innerhalb der n-leitenden Schicht 6 befindet sich ein p-leitendes Gebiet 8, das in diesem Falle als ohmscher Widerstand in der Schaltung arbeitet. Zum Verschalten werden an den Enden der freiliegenden Fläche des Gebietes 8 metallische Anschlüsse 28 (Fig. 3g) angebracht und die gesamte freiliegende Fläche der Anordnung mit Ausnahme der Stellen, wo sich die Widerstandsanschlüsse befinden, mit einer Isolierschicht 26 (Fig. 3g) überzogen.

Normalerweise ist der Widerstand 8 von der übrigen Schaltung durch ein p-leitendes Gebiet 10 isoliert, welches das Gebiet 8 umgibt und bis in das p-leitende Substrat 2

hineinreicht. Obwohl diese Isolationsanordnung bequem ist und sich wirtschaftlich herstellen läßt, hat sie offensichtliche Nachteile. Und zwar ergibt sich bei dieser Anordnung ein parasitärer Transistor, der das Auftreten von unerwünschten parasitären Strömen zur Folge hat. Dieser parasitäre Transistor wird durch das p-leitende Widerstandsgebiet 8, die n-leitende Schicht 6 und das diese Schicht umgebende p-leitende Isolationsgebiet 10 gebildet. Dieser Transistor, der einen verhältnismäßig großen Betawert haben kann, beeinträchtigt die Arbeitsweise der Schaltung oft erheblich.

Erfindungsgemäß wird in die Schicht 6 angrenzend an das Isolationsgebiet 10 ein Gebiet 12 verhältnismäßig niedrigen spezifischen Widerstandes so eingebaut, daß es den ohmschen Widerstand 8 umgibt und das n-leitende Gebiet 6 einfaßt. Das Gebiet 12 befindet sich zwischen dem Widerstand 8 und dem Isolationsgebiet 10. Bei der gezeigten Ausführungsform hat das zusätzliche Gebiet 12 den Leitungstyp n^+ . Es hat auf jeden Fall denselben Leitungstyp wie das Gebiet 6, so daß, wenn der Widerstand n-leitend und das umgebende Gebiet 6 p-leitend sind, das zusätzliche Gebiet 12 den Leitungstyp p^+ hat.

Der parasitäre Transistor wird nunmehr durch den p-leitenden Widerstand 8, die n-leitende Schicht 6, das n^+ -leitende Gebiet 12 und p-leitende Isolationsgebiet 10 gebildet. Das n^+ -leitende Gebiet 12 in der Basis dieses parasitären Transistors erniedrigt den Emitter-Wirkungsgrad

und verringert den Betawert des parasitären Transistors auf Werte, die ohne weiteres in Kauf genommen werden können.

Die Isolation der Schaltungskomponente 8 wird durch die n^+ -leitende Schicht 4, die den Widerstand 8 vom p-leitenden Substrat 2 trennt, vervollständigt. Ohne die n^+ -leitende Schicht 4 wäre ein zweiter parasitärer pnp-Transistor, gebildet durch die Gebiete 8, 6 und 2, vorhanden, der den Betrieb der Schaltung ebenfalls beeinträchtigen könnte. Durch die Schicht 4 wird jedoch dieser parasitäre Transistor in einen pnn⁺p-Transistor umgewandelt. Dieser Transistor hat auf das Arbeiten der Schaltung keinen großen Einfluß, da die n^+ -Schicht 4 den Basiswiderstand verkleinert, so daß der Emitter-Wirkungsgrad des pnp-Transistors erniedrigt und dadurch der Betawert dieses Transistors klein gehalten wird.

Falls angängig, kann die Scheibe oder das Substrat nach Fig. 1 und 2 auch vom n-Leitungstyp sein. Die Isolationszone 10 sollte in diesem Falle vollständig durch die Scheibe hindurchreichen, um die Schaltungskomponente 8 und das diese umgebende Gebiet 6 gänzlich zu isolieren. Die Schicht 4 kann dann nur in denjenigen Gebieten der Scheibe ausgebildet sein, wo sie erforderlich ist. Die Isolationszone 12 sollte ebenfalls ganz durch die Scheibe hindurchreichen, um zwischen der Zone 10 und dem die Schaltungskomponente 8 umgebenden n-leitenden Scheibengebiet 6 vollständig vorhanden zu sein.

Die in Fig. 1 und 2 gezeigte Anordnung kann wie folgt hergestellt werden:

009821/0534

Beispiel

Monolithische Silizium-Schaltungsbausteine enthalten im allgemeinen ein einkristallines Siliziumsubstrat, das als Systemträger oder Unterlage für die Schaltung dient, jedoch im Betrieb der Schaltung keine funktionelle Rolle zu spielen braucht. Im vorliegenden Falle ist das Substrat 2 (Fig. 3a) eine einkristalline p-Siliziumscheibe mit einer Dicke von 0,203 mm (8 Mil). Der spezifische Widerstand beträgt 50 Ohmzentimeter, und als Dotierungsstoff dient Bor. Die Dicke der Scheibe ist nicht kritisch; sie muß jedoch so groß sein, daß die Scheibe bei der Handhabung nicht gleich zerbricht. Im Hinblick auf die Kosten sollte die Scheibe nicht unnötig dick sein.

Auf das p-leitende Substrat 2 wird eine n^+ -leitende Schicht 4 aufgewachsen (Fig. 3b). Diese Schicht kann 2-8 Mikron dick sein und einen spezifischen Widerstand von ungefähr 0,02 Ohmzentimeter haben. Geeignete Dotierungsstoffe für diese Schicht sind Antimon und Arsen. Die n^+ -Schicht bildet jeweils Teile von Schaltungskomponenten und erniedrigt außerdem die Kollektor-Emitterspannung (V_{ce}) etwaiger in anderen Teilen der Schaltung vorhandener npn-Transistoren.

Als nächstes wird auf die n^+ -Schicht 4 eine n-leitende Schicht 6 aus Silizium epitaktisch aufgewachsen (Fig. 3c). Diese Schicht kann 6-18 Mikron dick sein und einen spezifischen Widerstand von 20-30 Ohmzentimeter haben. Diese

Schicht dient als Isolation für den p-leitenden Widerstand 8 sowie als Kollektor für einen etwaigen in anderen Teilen der Schaltung vorhandenen npn-Transistor.

Um das p-leitende Isolationsgebiet 10 herzustellen, wird mit Hilfe des Photomaskier- oder Photoabdeckverfahrens ein bestimmter Oberflächenbereich gebildet, auf den in Form eines Streifens der entsprechende Dotierungsstoff für das Eindiffundieren aufgebracht wird. Als erstes wird dabei nach irgendeinem üblichen Verfahren auf die gesamte freie Oberfläche der n-Schicht 6 ein Belag aus Siliziumdioxid 14 aufgebracht (Fig. 3d). Auf die Oxydschicht 14 wird eine Schicht 16 eines lichtempfindlichen Ätzschutzmittels aufgebracht. Diese Schicht wird in üblicher Weise unter Verwendung einer transparenten Schablone oder Vorlage belichtet und anschließend entwickelt, um den unbelichteten Teil des Ätzschutzmittels wegzuwaschen, so daß zunächst Öffnungen 17 entstehen, auf deren Boden die Oxydschicht 14 noch vorhanden ist. Das Oxyd am Boden der Öffnungen 17 wird sodann mit Fluorwasserstoffsäure weggeätzt, so daß die Oberfläche der Schicht 6 freigelegt wird. Anschließend wird eine Borverbindung wie BBr_3 aufgedampft, so daß Streifen 18 entstehen, wie in Fig. 3d und 4 gezeigt.

Als nächstes wird in Vorbereitung für die Bildung der n^+ -Isolationsgebiete 12 eine n-Verunreinigung in Form eines Streifens 24 aufgebracht. Zu diesem Zweck werden die Schicht 14 aus Siliziumoxyd und die Ätzschutzschicht 16

entfernt und auf die Oberfläche der n-Schicht 6 ein neuer Belag 20 (Fig. 3e) aus Siliziumdioxid und darauf eine Schicht 22 aus lichtempfindlichem Ätzschutzmittel aufgebracht. Mit Hilfe der gleichen Verfahrensweise, wie sie für die Herstellung der Öffnungen 17 verwendet wurde, werden jetzt neue Öffnungen 23 gebildet, die bis hinunter zur Oberfläche der Schicht 6 reichen. Auf den Boden der Öffnungen 23 wird n-Dotierungsstoff in Form eines Streifens 24 aufgebracht, woraufhin der Oxydbelag 20 und der Ätzschutzbelag 22 wieder entfernt werden. Für den n-Dotierungsstoff kann man beispielsweise POCl_3 verwenden. Es können ^{der} Streifen 18 eine Breite von 0,0127 mm (0,5 Mil) und der Streifen 24 eine Breite von 0,0076 mm (0,3 Mil) haben, obwohl diese Abmessungen nicht kritisch sind.

Wie in Fig. 4 gezeigt, sind die Streifen 18 und 24 rechtwinklig, also in Form von Rechteckrahmen ausgebildet und konzentrisch so angeordnet, daß der Streifen 24 einen Bereich der Oberfläche der Schicht 6 einfaßt.

Die Anordnung wird nunmehr in einen Diffusionsofen eingebracht, wo die Verunreinigungen oder Dotierungsstoffe der Streifen 18 und 24 mindestens ungefähr 16 Stunden lang bei einer Temperatur von 1165 °C in den Siliziumkörper eindiffundiert werden. Dadurch werden das p- leitende Isolationsgebiet 10 und das n^+ -Gebiet 12 gebildet. Da die Verunreinigungen sowohl in vertikaler Richtung als auch etwas

seitwärts diffundieren, werden die Streifen 18 und 24 im Verlaufe des Diffusionsvorganges breiter, Auch die n^+ -Schicht 4 dehnt sich in ihrer Breite aus.

Schließlich wird der ohmsche Widerstand 8 hergestellt, indem unter Verwendung von Siliziumdioxid und lichtempfindlichem Ätzmittel in der oben beschriebenen Weise eine Öffnung von bestimmter Flächenform gebildet und eine Borverbindung, beispielsweise Bornitrid in Form eines Streifens von der in Fig. 5 für die Oberseite des Widerstandsgebietes 8 gezeigten Gestalt aufgebracht wird. Das Bor wird 3-4 Stunden lang bei 1100 °C in den Siliziumkörper eindiffundiert.

Am Ende der Diffusionsvorgänge ist das Widerstandsgebiet 8 vollständig ausgebildet und sind die Isolationsgebiete 10 und 12 in ihrer Tiefe und Breite erweitert, so daß sie ineinander übergehen oder aneinander stoßen. wie in Fig. 3g gezeigt. Der Widerstand kann an andere Teile der Schaltung (nicht gezeigt) angeschlossen werden, indem man auf die Scheibenfläche eine Oxydschicht 26 aufbringt und anschließend metallische Anschlüsse 28 anbringt, die über der Oxydschicht zu den betreffenden anderen Schaltungskomponenten führen.

Obwohl die n^+ -Schicht 4 hier als eine vollständige, epitaktisch auf das Substrat 2 aufgewachsene Schicht beschrieben und gezeigt ist, kann sie stattdessen auch aus einer in das Substrat 2 eindiffundierten "Tasche" bestehen. Die n^+ -Schicht 4 kann auch gänzlich entfallen, wenn man die n -Schicht 6

entsprechend dicker macht, so daß auf diese Weise der Emitter-Kollektorabstand vergrößert und dadurch der Transistor-Betawert verringert wird.

Patentansprüche

1. Halbleiter-Mikroschaltungsbaustein mit einem Halbleiterkörper (2) und einer Schaltungskomponente, bestehend aus einem im Halbleiterkörper gebildeten ersten Gebiet (8) des einen Leitungstyps, das innerhalb des Halbleiterkörpers von einem zweiten Gebiet (6) des anderen Leitungstyps umgeben ist, wobei das zweite Gebiet in seitlicher Richtung vom übrigen Halbleiterkörper durch eine umgebende, stark dotierte Isolationszone (10) des einen Leitungstyps isoliert ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß in Berührung mit dem zweiten Gebiet ein weiteres, stark dotiertes Gebiet (12, 4) des anderen Leitungstyps angeordnet ist, derart, daß es das zweite Gebiet ganz oder teilweise von den benachbarten Halbleiterkörpergebieten des einen Leitungstyps trennt.

2. Anordnung nach Anspruch 1, bei welcher der Halbleiterkörper den anderen Leitungstyp hat und das zweite Gebiet bildet, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das weitere Gebiet (12, 4) um das zweite Gebiet herum angeordnet ist und dieses einfaßt.

3. Anordnung nach Anspruch 1, bei welcher der Halbleiterkörper den einen Leitungstyp hat, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Gebiet aus einer Schicht besteht, die in den Halbleiterkörper zwischen dem zweiten Gebiet und einem Teil des Halbleiterkörpers hineinreicht.

4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolationszone durch die durch das weitere Gebiet gebildete Schicht hindurchreicht und mit dem Halbleiterkörperteil verbunden ist.

5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Gebiet von der dadurch gebildeten Schicht soweit reicht, daß es die Isolationszone berührt und das zweite Gebiet vollständig von der Isolationszone trennt.

6. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Gebiet als schmales n^+ -Gebiet (12) die Schaltungskomponente seitlich umgibt.

7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltungskomponente ein ohmscher Widerstand ist, der durch ein langgestrecktes diffun-

diertes Gebiet vom p-Leitungstyp gebildet wird.

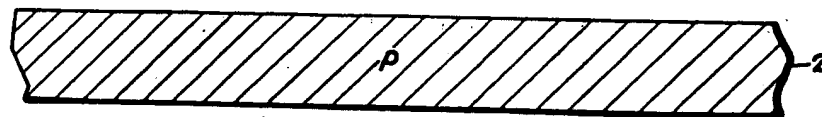
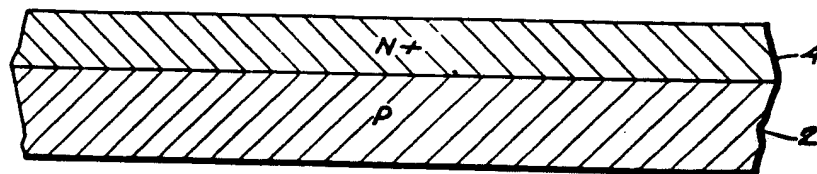
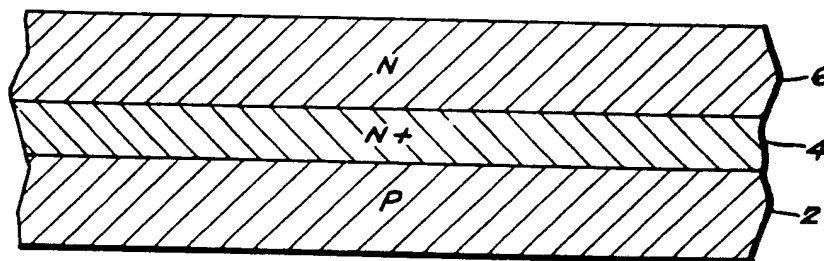
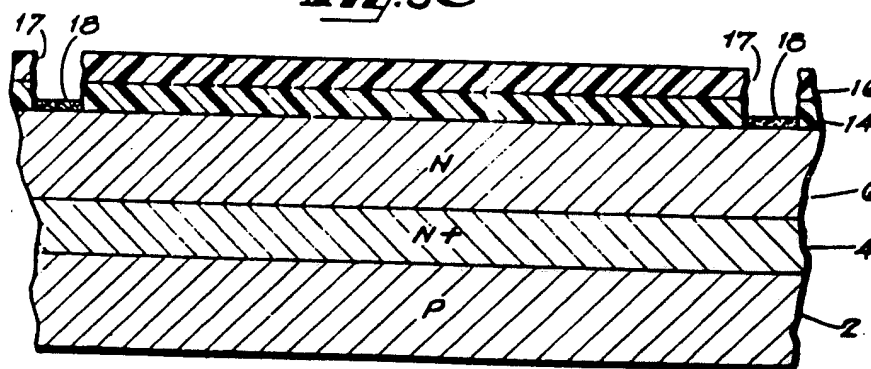
8. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Gebiet eine epitaktische Schicht ist, die von einer weiteren Schicht unterlagert wird, die denselben Leitungstyp wie das zweite Gebiet, jedoch eine größere Leitfähigkeit hat.

009821/0534 01118800

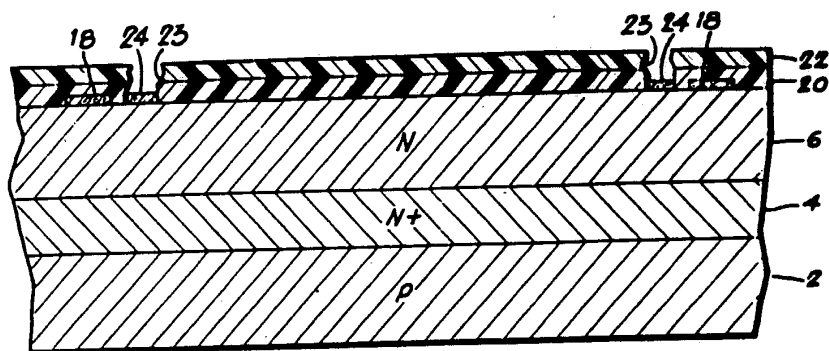
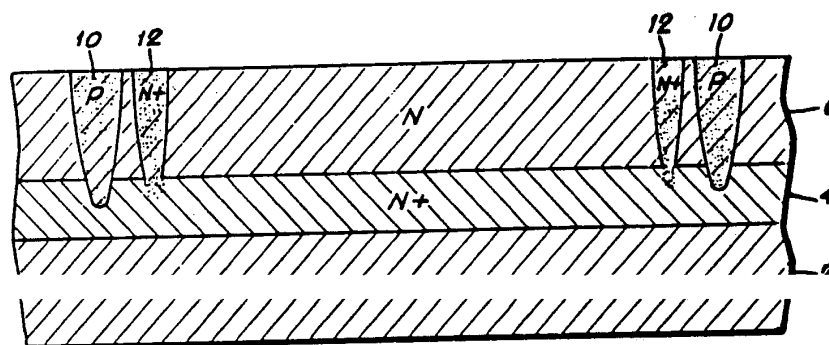
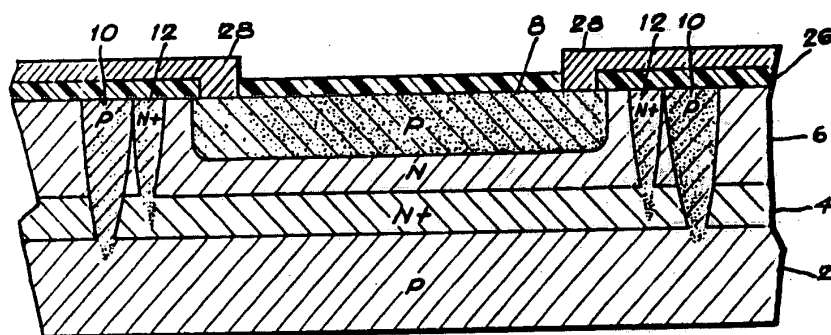
8.3.67 51/P.

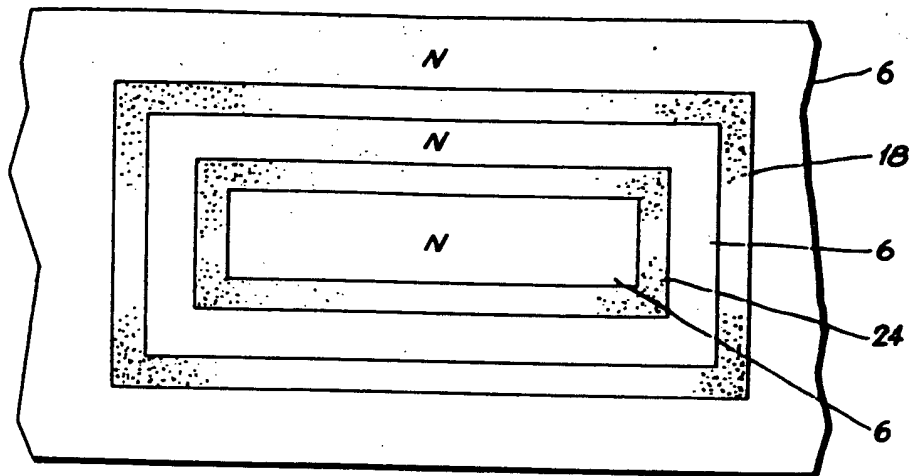
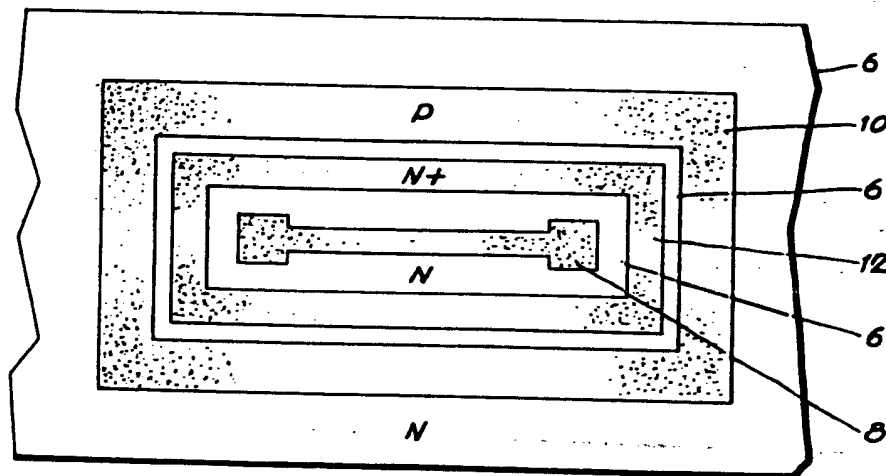
1564547

16

**Fig. 3a****Fig. 3b****Fig. 3c****Fig. 3d**

G09821/0534

*Fig. 3e**Fig. 3f**Fig. 3g*

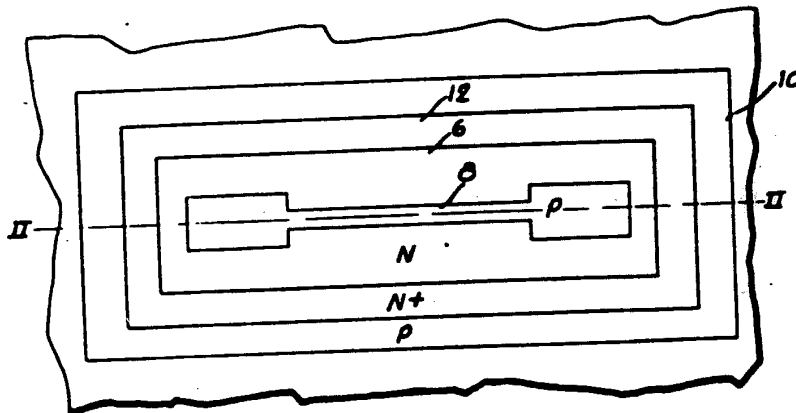
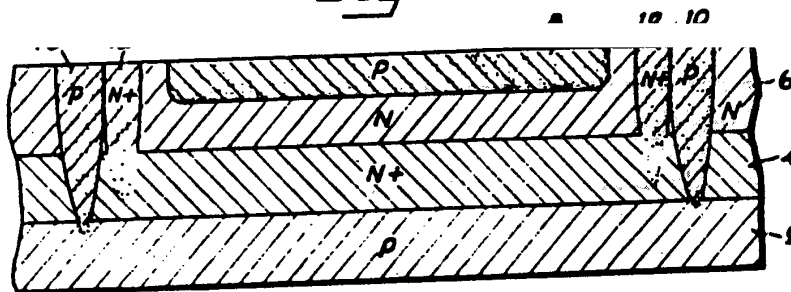
*Fig. 4**Fig. 5*

21~~6~~ 11-02 AT: 30.11.66

OT: 21.5.1970

1564547

GB-PS 1165 029 = 24.9.69¹⁹
FR-PS 1504 868 ~
US-PS 3430 110 = 25.2.69

**Fig. 1****Fig. 2**

DOCKET NO: MU4 11086
SERIAL NO: 09/931,689
APPLICANT: Werner

LERNER AND GREENBERG P.A.
P.O. BOX 2480
HOLLYWOOD, FLORIDA 33022
TEL. (954) 925-1100

009821/0534

H 01 L 21/76 1